INTRODUCCIÓN

A LA QUÍMICA DEL CARBONO

FORMULACIÓN DE QUÍMICA ORGÁNICA.

1–INTRODUCCIÓN.

La Química Orgánica constituye una de las principales ramas de la Química, debido al gran número de compuestos que estudia, los cuales tienen como elemento básico de su constitución molecular el átomo de carbono: de aquí que se la llama con frecuencia Química del Carbono.

El número de compuestos en los que entra a formar parte el átomo de carbono es casi innumerable, y cada año se descubren varios miles más. Pensemos en la gran cantidad que existe de proteínas, hormonas, vitaminas, plásticos, antibióticos, perfumes, detergentes, etc., y nos daremos cuenta de que el átomo de carbono es un átomo singular: que puede formar cadenas y combinarse fácilmente con un número reducido de átomos, como son el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, los halógenos y unos pocos más.

1.1– DESARROLLO DE LA QUÍMICA ORGÁNICA.

Algunos de los productos orgánicos que hoy manejamos se conocían en la antigüedad; los fenicios y egipcios extraían colorantes de plantas y moluscos (púrpura) y ciertas sustancias medicinales. También conocían la conversión de la grasa animal en jabón y obtenían alcohol por fermentación de azúcares.

Hasta que en 1828, el químico alemán Fiedrich Wohler, logró sintetizar la urea a partir de materiales inorgánicos, se creía que los compuestos orgánicos solo podían producirse por la acción de una "fuerza vital" que únicamente poseían los seres vivos. A partir de entonces se han sintetizado cientos de miles de compuestos orgánicos. Kekulé, Le Bel, Van't Hoff y otros, entre 1850 y 1872, han desarrollado el concepto de enlace químico logrando representar las estructuras tridimensionales de las moléculas. En la actualidad se conocen varios millones de compuestos orgánicos diferentes y el ritmo de crecimiento es de más de cincuenta mil nuevos compuestos por año.

Pero, ¿cuál es la causa de tal abundancia de compuestos del carbono?
Se debe a la peculiar configuración electrónica del átomo de carbono y a la gran estabilidad de los enlaces covalentes que forma.

1.2– EL ÁTOMO DE CARBONO.

La estructura electrónica del átomo de carbono es **$1s^2$ $2s^2$ $2p^2$**. De los seis electrones que posee, solo los cuatro más externos son los que interesan desde el punto de vista reactivo. El carbono tiende a adquirir estructura estable de gas noble (Neón) por compartición de sus electrones más externos con los de otros átomos. Por lo cual, en los compuestos orgánicos el carbono es siempre tetravalente.

Una propiedad que tiene este átomo y que no posee ningún otro, al menos en tan alta medida, es la facilidad para enlazarse con otros átomos de carbono formando cadenas. Estas **cadenas** pueden ser de muchos tipos (**lineales, ramificadas, cíclicas**, etc.) y de muy variada longitud. Se conocen cadenas de átomos de carbonos de varios cientos de miles de átomos de carbonos.

La unión que se da entre dos átomos de carbono puede ser de tres tipos:

* **enlace sencillo**: se comparte un solo par de electrones.
* **enlace doble**: se comparten dos pares de electrones.
* **enlace triple**: se comparten tres pares de electrones.

```
   \   /
 –C–C–        –C=C–       –C≡C–
   /   \        |   |
enlace sencillo  enlace doble  enlace triple
```

1.3– FÓRMULAS DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS.

La unión de los átomos de carbono por algunos de los tres tipos de enlaces que acabamos de ver forma las **cadenas carbonadas**; éstas constituyen el esqueleto de la molécula del compuesto correspondiente.

Se llama "fórmula" a la representación escrita de una molécula, y debe indicar:
– la clase de átomos que la forman y la cantidad de cada uno de ellos.
– la masa de la molécula y la relación ponderal de los elementos que entran en su combinación.

En Química Orgánica se usan diversas fórmulas para representar las moléculas:

- FÓRMULA EMPÍRICA de un compuesto: da la proporción de los átomos que contiene, expresada con los números enteros más pequeños posibles.

- FÓRMULA MOLECULAR: expresa los elementos que constituyen la molécula y el número de cada uno de ellos. Ej.:

  C_4H_8 C_2H_6O

* FÓRMULA SEMIDESARROLLADA: en ella, además, aparecen agrupados los átomos que están unidos a un mismo átomo de carbono de la cadena. Ej.:

$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ $CH_3{-}CH_2OH$

* FÓRMULA DESARROLLADA: se expresa en ella cómo están unidos entre sí los átomos que constituyen la molécula. Ej.:

```
 H     H  H           H  H
 |     |  |           |  |
C==C–C—C–H       H–C–C–O–H
 |   |  |  |          |  |
 H   H  H  H          H  H
```

* FÓRMULA ESTRUCTURAL: se recurre en ella a "modelos espaciales" que sirven para construir loa molécula, observar su distribución espacial, ver la geometría de los enlaces, etc. Esta fórmula da la forma real de la molécula.

Las fórmulas semidesarrolladas son las que se utilizan con más frecuencia.

1.4– NOMENCLATURA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA.

Las normas vigentes en la actualidad para nombrar los compuestos orgánicos son las dadas por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) en 1969 y publicadas en 1971. Son el resultado de la sistematización acordada por convenio, y a veces surgen problemas. Hay ocasiones en que son más frecuentes nombres tradicionales consagrados por el uso, para algunos compuestos.

2– CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS.

1–HIDROCABUROS

Según el tipo de enlace carbono-carbono:

```
                        \   /
-Alcanos (parafinas)    –C–C–
                        /   \

-Alquenos (olefinas)  –C=C–
                        |  |

-Alquinos (acetilenos) –C≡C–
```

Según el tipo de cadena:

- -Lineales
- -Ramificados
- -Cíclicos

Hidrocarburos aromáticos (cíclicos con dobles enlaces alternados)

- -Monocíclicos
- -Policíclicos condensados

2–DERIVADOS HALOGENADOS

R–X (X= F, Cl, Br, I)

3– COMPUESTOS OXIGENADOS. (CON GRUPOS FUNCIONALES)

```
– Alcoholes              R–OH
– Fenoles                Ar–OH
– Éteres                 R–O–R'
                             O
                            //
– Aldehidos              R–C
                            \
                             H
                           O
                           ||
–Cetonas                 R–C–R'
                             O
                            //
– Ácidos carboxílicos    R–C
                            \
                             OH
                             O
                            //
– Ésteres (y sales)      R–C
                            \
                             O–R'
```

4– COMPUESTOS NITROGENADOS. (CON GRUPOS FUNCIONALES)

```
–Aminas                  R–NH2
                             O
                            //
– Amidas                 R–C
                            \
                             NH2
– Nitrilos               R–C≡N

– Nitrocompuestos        R–NO2
```

Tabla de funciones orgánicas

Tipo de compuesto	Fórmula		Nombre	Terminación	Ejemplo	
hidrocarburos saturados acíclicos	C_nH_{2n+2}	–C–C–	Alcanos (Parafinas)	–ano	$CH_3–CH_2–CH_3$	propano
hidrocarburos saturados cíclicos	C_nH_{2n}	C–C–C (ciclo)	cicloalcano	–ano	CH_2 / $CH_2—CH_2$ (ciclo)	ciclopropano
hidrocarburos no saturados (1 enlace doble)	C_nH_{2n}	–C=C–	alqueno	–eno	$CH_2=CH–CH_3$	propeno
hidrocarburos no saturados (1 enlace triple)	C_nH_{2n-2}	–C≡C–	alquino	–ino	CH≡CH	etino
hidrocarburos aromáticos	$C_6H_5–R$	C_6H_5–R	areno	–eno	$C_6H_5–CH_3$	metilbenceno
derivados halogenados	R–X X=F,Cl,Br,I	–C–C–X	haluro de alquilo	—	$CH_3–CH_2–Cl$	cloruro de etilo
alcoholes	R–OH	–C–C–OH	alcanol alcohol ...ico	–ol	CH_3OH	metanol ; alcohol metílico
éteres	$R_1–O–R_2$	–C–O–C–	éter	—	$CH_3–O–CH_3$	dimetil éter; metoxietano
aldehídos	R–CHO	–C–C(=O)–H	alcanal alcanaldehído	–al	CH_3CHO	etanal; etanaldehído
cetonas	$R_1–CO–R_2$	–C–C(=O)–C–	alcanona cetona	–ona	$CH_3–CO–CH_3$	propanona ; dimetilcetona
ácidos	R–COOH	–C–C(=O)–OH	ácido alcanóico	–oico	$CH_3–COOH$	ácido etanoico
esteres	R–COO–R'	R–C(=O)–O–R'	alcanoato de ... ilo	-oato de –ilo	$CH_3–COOCH_3$	etanoato de etilo
aminas	$R–NH_2$ R–NR'R''	R–N(R')–R''	alquilamina		CH_3NH_2	metilamnia
amidas	$R–CONH_2$	R–C(=O)–NH_2	alcanoamida		$CH_3–COONH_2$	etanoamida
nitrilos	R–CN	R–C≡N	alcanonitrilo		CH_3CN	etanonitrilo

3– HIDROCARBUROS. GENERALIDADES.

Son compuestos constituidos exclusivamente por carbono e hidrógeno. Atendiendo a la estructura de la cadena carbonada, pueden ser:

a) **Acíclicos**. Son hidrocarburos de cadenas hidrocarbonadas abiertas.
Existen dos tipos de cadenas abiertas:

–Cadenas **lineales**: los átomos de carbono pueden escribirse en línea recta.
Ej.: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ butano

–Cadenas **ramificadas**: están constituidos por dos o más cadenas lineales enlazadas.
La cadena lineal más larga se denomina "cadena principal"; las cadenas que se enlazan con ella se llaman "radicales". Ej:

```
CH3 –CH—CH—CH2–CH3      3–etil–2–metilpentano
      |     |
     CH3  CH2–CH3
```

b) **Cíclicos**. Son hidrocarburos de cadenas carbonadas cerradas, formadas al unirse dos átomos terminales de una cadena lineal. Las cadenas carbonadas cerradas reciben el nombre de ciclos. Ej.:

```
H2C—CH2
  |     |      ciclobutano
H2C—CH2
```

Existe un tipo muy especial de hidrocarburos cíclicos: son los hidrocarburos aromáticos, llamados así porque muchos de ellos tienen olores fuertes. Presentan un anillo o ciclo con enlaces sencillos y dobles alternados (enlaces conjugados), lo que confiere al compuesto una gran estabilidad. El hidrocarburo aromático por excelencia es el benceno:

```
      CH
    /    \\
  CH      CH
  ||      |      benceno (C6H6)
  CH      CH
    \    //
      CH
```

A continuación estudiamos los hidrocarburos clasificados en función del tipo de enlace que tienen: simple, doble o triple.
Los hidrocarburos correspondientes se llaman, respectivamente, alcanos, alquenos y alquinos.

3.1– HIDROCARBUROS SATURADOS, PARAFINAS O ALCANOS.

Se llaman hidrocarburos saturados o "alcanos" los compuestos formados por carbono e hidrógeno, que son de cadena abierta y tienen solo enlaces simples.

3.1.1– Alcanos de cadena lineal.

Su fórmula empírica general es C_NH_{2N+2}, siendo N el número de átomos de carbono. Forman **series homólogas**. Se llama así a un conjunto de compuestos con propiedades químicas similares y que se diferencian en el número de átomos de carbono de la cadena.

Para nombrar estos compuestos se usa un prefijo, que indica el número de átomos de carbono que tiene, y la terminación **–ano** , que es general para todos los hidrocarburos saturados.
Los prefijos para los 4 primeros términos de la serie son : **met**– (1 C), **et**– (2 C), **prop**– (3 C) y **but**– (4 C). Para el resto, el prefijo es el correspondiente numeral griego: **pent**–, **hex**–, **hept**–, **oct**–, **non**–, etc

CH_4	CH_4	metano
C_2H_6	CH_3-CH_3	etano
C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$	propano
C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	butano
C_5H_{12}	$CH_3-(CH_2)_3-CH_3$	pentano
C_6H_{14}	$CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	hexano
C_7H_{16}	$CH_3-(CH_2)_5-CH_3$	heptano
C_8H_{18}	$CH_3-(CH_2)_6-CH_3$	octano
C_9H_{20}	$CH_3-(CH_2)_7-CH_3$	nonano
$C_{10}H_{22}$	$CH_3-(CH_2)_8-CH_3$	decano
$C_{11}H_{24}$	$CH_3-(CH_2)_9-CH_3$	undecano
$C_{12}H_{26}$	$CH_3-(CH_2)_{10}-CH_3$	dodecano
$C_{13}H_{28}$	$CH_3-(CH_2)_{11}-CH_3$	tridecano

Ejemplos: F.molecular, F.semidesarrollada, F.desarrollada

```
                          H
                          |
CH4         CH4         H–C–H          metano
                          |
                          H

                           H  H
                           |  |
C2H6        CH3–CH3      H–C––C–H      etano
                           |  |
                           H  H

                            H  H  H
                            |  |  |
C3H8        CH3–CH2–CH3   H–C––C––C–H      propano
                            |  |  |
                            H  H  H

                                 H  H  H  H
                                 |  |  |  |
C4H10       CH3–CH2–CH2–CH3    H–C––C––C––C–H     butano
                                 |  |  |  |
                                 H  H  H  H
```

Los compuestos siguientes de la serie se llaman: tetradecano (14), pentadecano (15), hexadecano (16), heptadecano (17), octadecano (18), nonadecano (19), eicosano (20), eneicosano (21), docosano (22), tricosano (23), tetracosano (24) ..., triacontano (30) ..., tetracontano (40), etc.

Radicales univalentes de los hidrocarburos lineales saturados.

Antes de formular los hidrocarburos ramificados, es necesario estudiar los "radicales". Los radicales son grupos de átomos que se obtienen por pérdida de un átomo de hidrógeno de un hidrocarburo. Los radicales que se obtienen quitando un hidrógeno terminal a un hidrocarburo saturado se nombran sustituyendo la terminación –ano por **–il** o **–ilo**. Ejemplos:

Molécula	Radical	Nombre del radical
CH_4	CH_3-	metil o metilo
CH_3-CH_3	CH_3-CH_2-	etil o etilo

$CH_3–CH_2–CH_3$	$CH_3–CH_2–CH_2–$	propil o propilo
$CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–$	butil o butilo
$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–$	pentil o pentilo

Y asi sucesivamente.

Pueden existir radicales ramificados. Para nombrarlos se considera que hay grupos metilo unidos a una cadena radical más larga. Se indica el carbono al que está unido el grupo metilo, por un número "localizador" que se obtiene numerando la cadena, asignando el 1 al carbono que ha perdido el átomo de hidrógeno. Dicho número localizador se escribe delante del nombre del radical, separado de él por un guión.

Ejemplos:

```
4     3    2    1
CH3 –CH2–CH2–CH–          1–metilbutilo
                |
                CH3

4    3    2    1
CH3 –CH2–CH–CH2–          2–metilbutilo
          |
          CH3

4    3   2    1
CH3 –CH–CH2–CH2–          3–metilbutilo
     |
     CH3
```

Existen algunos radicales con nombres tradicionales muy usados, admitidos por la IUPAC. Son:

```
CH3 –CH–CH2–                 isobutilo    (2–metilpropilo)
     |
     CH3

     CH3
     |
CH3 –C–CH2–                  neopentilo    (2,2–dimetilpropilo)
     |
     CH3

CH3 –CH2–CH2–CH–             sec–pentilo    (1–metilbutilo)
              |
              CH3

          CH3
          |
CH3 –CH2–C–                  terc–pentilo    (1,1–dimetilpropilo)
          |
          CH3
```

3.1.2–Alcanos de cadena ramificada.

Para nombrar estos hidrocarburos se procede de la siguiente manera:

* Se elige como cadena principal la cadena lineal que tenga mayor número de átomos de carbono.
* Se numera la cadena elegida de un extremo a otro, de tal forma que se asignen los números más bajos a los carbonos que poseen ramificaciones.
* Se nombran los radicales por orden alfabético precedidos de su número localizador, y se acaba con el nombre de la cadena principal acabado en –ano.

Ejemplos:

```
7    6    5    4    3    2   1
CH3 –CH2–CH2–CH—CH—CH–CH3        4–etil–2,3–dimetilheptano
              |   |   |
              CH2 CH3 CH3
              |
              CH3
```

```
         CH3
          |
CH3 –C–CH2–CH–CH3                    2,2,4–trimetilpentano
          |          |
         CH3      CH3
```

* Al nombrar los radicales por orden alfabético, no se tienen en cuenta los prefijos di–, tri–, etc.
* Cuando hay varias cadenas con igual número de átomos de carbono, se elige como principal:
Primero: aquella que tenga el mayor número de cadenas laterales.
Segundo: si hay varias, aquella cuyas ramificaciones tengan localizadores más bajos.
Ejemplo:

```
      CH3 CH3              CH3  CH3
       |     |                |     |
CH3 –CH–CH–CH2–CH–CH—CH—CH2–CH3     5–(1,3–dimetilbutil)–2,3,6,7–tetrametilnonano
                       |
                       CH–CH2–CH–CH3
                        |           |
                       CH3        CH3
```

3.2– HIDROCARBUROS CON DOBLES ENLACES, OLEFINAS O ALQUENOS.

Son hidrocarburos que presentan uno o más dobles enlaces entre los átomos de carbono. La fórmula general, para compuestos con un solo doble enlace, es C_NH_{2N}

Ejemplo: $CH_2{=}CH–CH_2–CH_3$

3.2.1– Alquenos con un solo enlace doble.

Se nombran con las siguientes normas:

* Se elige la cadena más larga que contiene el doble enlace y se sustitu– ye la terminación –ano del alcano correspondiente, por **–eno**.

* Se numera la cadena a partir del extremo más cercano al doble enlace. El localizador de éste es el menor de los dos números de los carbonos que lo soportan.

* La posición del doble enlace se indica mediante el número localizador, que se coloca delante del nombre.   Ejemplo:

```
 1     2     3     4     5
CH3 –CH=CH–CH2–CH3          2–penteno
```

* Si es ramificado, se toma como cadena principal la más larga de las que contienen el doble enlace. Se numera de forma que al doble enlace le corresponda el localizador más bajo posible. Los radicales se nombran como en los alcanos.

Ejemplos:

```
                 CH3
 1     2    3    4|    5    6
CH3 –CH=CH–CH–CH–CH3          4,5–dimetil–2–hexeno
                       |
                      CH3

            CH3
             |
CH3 –CH=C—CH—CH3           3,4–dimetil–2–hexeno
                 |
                CH2–CH3

                      CH3  CH3
                       |      |
CH3 –CH=CH–CH—CH—C–CH3          4–etil–5,6,6–trimetil–2–hepteno
                 |            |
                CH2         CH3
                 |
                CH3
```

3.2.2– Alquenos con varios dobles enlaces.

Cuando un hidrocarburo contiene más de un doble enlace, se utilizan para nombrarlos las terminaciones: **–adieno**, **–atrieno**, etc., en lugar de –eno. Se numera la cadena de forma que los dobles enlaces tengan los localizadores más bajos posible.

Ejemplo:

```
1       2      3      4      5       6      7
CH3 –CH=CH–CH=CH–CH2–CH3            2,4–heptadieno
```

Si el compuesto tiene ramificaciones, se nombran como en los alcanos, pero eligiendo como cadena principal la que contenga el mayor número de dobles enlaces, aunque no sea la más larga.

Ejemplo:

```
                CH3
                |
CH3 –CH=C=C—C=CH2        2–etil–3–metil–1,3,4–hexatrieno
                    |
                    CH2–CH3
```

3.2.3–Radicales univalentes de los alquenos lineales.

Se obtienen a partir de los alquenos, quitandoles un hidrógeno de un carbono terminal. Al numerar la cadena el carbono con la valencia libre recibe el número 1. Se nombran acabando en **–enilo**.

Ejemplos:

CH_2=CH–	etenilo **o vinilo**
CH_3 –CH=CH–	1–propenilo
CH_3 –CH=CH–CH_2–	2–butenilo
CH_3 –CH=CH–CH=CH–	1,3–pentadienilo

3.3– HIDROCARBUROS CON TRIPLES ENLACES, ACETILENOS O ALQUINOS.

Son hidrocarburos que presentan uno o más triples enlaces entre los átomos de carbono. La fórmula general, para los compuestos con un solo triple enlace, es C_NH_{2N-2}.

Ejemplo: CH_3 –C≡C–CH_2–CH_3

3.3.1– Alquinos con un solo triple enlace.

Se nombran de acuerdo con las siguientes reglas:

* Se elige la cadena más larga del hidrocarburo que contiene el triple enlace y se canbia la terminación –ano por **–ino** .

* Se numera la cadena a partir del extremo más próximo al triple enlace.

La posición de éste se indica mediante el número localizador, que será el menor de los números que corresponden a los átomos de carbono unidos por el triple enlace. El localizador se pone delante del nombre.

Ejemplos:

```
        CH≡CH                    etino o acetileno

1       2   3   4      5
CH3 –C≡C–CH2–CH3          2–pentino
```

- Si el hidrocarburo es ramificado, se toma como cadena principal la más larga que contenga al triple enlace. Se numera de forma que corresponda al triple enlace el número más bajo posible. Los radicales se nombran como en los alcanos.

Ejemplos:

$\overset{1}{C}H\equiv\overset{2}{C}-\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_3$ (con CH_3 en el carbono 3) 3–metil–1–butino

$\overset{7}{C}H_3-\overset{6}{C}H-\overset{5}{C}H-\overset{4}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}H_3$ (con CH_3 en los carbonos 6 y 5) 5,6–dimetil–3–heptino

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}H_2-\overset{3}{C}H_2-\overset{4}{C}\equiv\overset{5}{C}-\overset{6}{C}-CH_2-CH_3$ (con CH_2-CH_3 y $\overset{7}{C}H_2-\overset{8}{C}H_2-\overset{9}{C}H_3$ en el carbono 6) 6,6–dietil–4–nonino

3.3.2– Alquinos con varios triples enlaces.

Si en un hidrocarburo existen más de un triple enlace, se usan para nombrarlos las terminaciones **–adiino**, **–atriino**, etc., en lugar de la terminación –ino. Se numera la cadena asignando a los carbonos con triple enlace los localizadores más bajos posibles.

Ejemplo:

$CH\equiv C-C\equiv C-C\equiv CH$ 1,3,5–hexatriino

Si el compuesto tiene radicales, éstos se nombran como en los alcanos, eligiendo como cadena principal la que tenga mayor número de triples enlaces.

Ejemplos:

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{C}\equiv\overset{5}{C}-\overset{6}{C}H-\overset{7}{C}H_3$ (con CH_3 en el carbono 6) 6–metil–2,4–heptadiino

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}H-\overset{3}{C}\equiv\overset{4}{C}-\overset{5}{C}\equiv\overset{6}{C}-\overset{7}{C}-\overset{8}{C}H_2-\overset{9}{C}H_3$ (con CH_3 en el carbono 2 y dos CH_3 en el carbono 7) 2,7,7–trimetil–3,5–nonadiino

3.3.3– Radicales univalentes de los alquinos lineales.

Se obtinen a partir de los alquinos, por pérdida de un hidrógeno de un carbono terminal. Al numerarlo, ese carbono recibe el número 1. Se nombran con la terminación **–inilo**.

Ejemplos:

$CH\equiv C-$ etinilo

$CH_3-C\equiv C-$ 1–propinilo

$CH_3-C\equiv C-C\equiv C-$ 1,3–pentadiinilo

3.3.4– Hidrocarburos no saturados con dobles y triples enlaces.

Si en un mismo hidrocarburo existen a la vez uno o más dobles enlaces y uno o más triples enlaces, se nombran primero los dobles enlaces y luego los triples, indicando su posición por medio de localizadores. Se suprime la "o" de la terminación –eno.

Se numera la cadena de forma que los localizadores de las insaturaciones sean los más bajos posibles, independientemente de que sean dobles o triples enlaces, eligiendo siempre como cadena principal aquella que tiene el mayor número de insaturaciones, aunque no sea la más larga. Si la numeración es equivalente por ambos extremos de la cadena, se da preferencia a los dobles enlaces.

Ejemplos:

$\overset{7}{C}H\equiv\overset{6}{C}-\overset{5}{C}H_2-\overset{4}{C}H=\overset{3}{C}H-\overset{2}{C}\equiv\overset{1}{C}H$ 3–hepten–1,6–diino

```
 1     2    3   4
CH2=CH–C≡CH                    1–buten–3–ino
 1      2  3      4      5      6      7
CH≡C–CH=CH–CH=CH–CH3           3,5–heptadien–1–ino

        CH2–CH2–CH3
         |
CH≡C–C=C–CH=CH2                3–etil–4–propil–1,3–hexadien–5–ino
           |
          CH2–CH3
```

3.4– HIDROCARBUROS CICLICOS.

Son hidrocarburos de cadena cerrada. Según tengan o no insaturaciones, y éstas sean dobles o triples enlaces, pueden ser:

* **Cicloalcanos**: ciclos con solo enlaces sencillos.
* **Cicloalquenos**: ciclos con algún enlace doble.
* **Cicloalquinos**: ciclos con algún enlace triple.

3.4.1– Hidrocarburos cíclicos saturados o CICLOALCANOS.

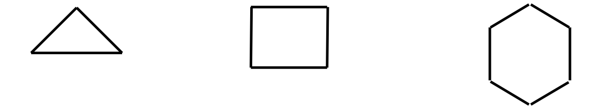
Los átomos de carbono están unidos solo por enlaces sencillos. Su fórmula general es C_NH_{2N}.

Se nombran anteponiendo el prefijo **ciclo** al nombre del alcano de cadena abierta de igual número de átomos de carbono.

Ejemplos:

```
                                            CH2
                                          /     \
   CH2                CH2—CH2           CH2      CH2
   /  \               |      |           |        |
CH2—CH2               CH2—CH2           CH2      CH2
                                          \     /
                                            CH2
  ciclopropano        ciclobutano       ciclohexano
```

También se peden representar así:



3.4.2– Radicales de los cicloalcanos.

Al salir un átomo de hidrógeno de un cicloalcano, se obtiene un radi cal, que se nombra como en los acíclicos, es decir con la terminación **–ilo**.

Ejemplos:

```
   CH–                CH2—CH–           CH2 —CH2
   /  \               |     |           |      |
CH2—CH2               CH2—CH2           CH2    CH2
                                           \   /
                                            CH–
ciclopropilo          ciclobutilo       ciclopentilo
```

3.4.3– Cicloalcanos con ramificaciones.

Los cicloalcanos sustituidos (que tienen radicales unidos al anillo), se nombran como derivados de los hidrcarburos cíclicos. El ciclo se numera de forma que salgan los localizados más bajos a los radicales. En casos sencillos se pueden nombrar como derivados de un compuesto de cadena abierta.

Ejemplos:

CH_3 | $-CH_2–CH_3$

CH_3 | $CH–CH_3$ | CH_3

CH_3 | $-CH_3$ | $CH_2–CH_3$

1–etil–2–metil–ciclohexano

1–metil–4–isopropilciclohexano

4–etil–1,2–dimetil–ciclohexano

3.4.4–Cicloalquenos y cicloalquinos.

Son hidrocarburos cíclicos con uno o más dobles enlaces, o uno o más triples enlaces. El ciclo se numera de forma que correspondan los números más bajos a las insaturaciones, prescindiendo de que sean enlaces dobles o triples. En caso de igualdad debe optarse por la numeración que asigne números más bajos a los dobles enlaces. Se nombran con el prefijo **ciclo** y la terminación **–eno** o **–ino**.

Ejemplos:

HC= CH

H_2C — CH_2

ciclobuteno

CH

H_2C CH

H_2C CH

CH

1,3–ciclohexadieno

3.5–HIDROCARBUROS AROMATICOS.

Son compuestos cíclicos que guardan estrecha relación con el **benceno**, compuesto de fórmula empírica C_6H_6.

Recibieron este nombre porque la mayoría de ellos poseen olores penetrantes. En la actualidad el término "aromático" expresa que el compuesto es más estable de lo esperado, y por tanto, menos reactivo. El término genérico de los hidrocarburos aromáticos es areno y los radicales derivados de ellos son los radicales arilo (Ar–).

El **benceno** es la base de estos compuestos; su fórmula se puede escribir de estos tres modos:

H

C

H–C C–H

H–C C–H

C

H

El radical derivado del benceno, al quitarle un átomo de hidrógeno, se llama fenilo:

H

C

H–C C–

H–C C–H

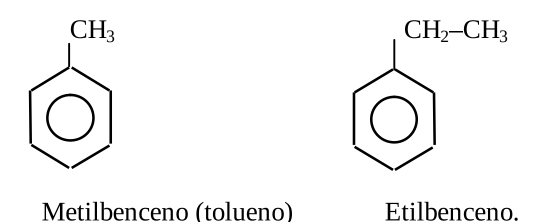
C

H

$C_6H_5–$

fenilo

Los compuestos aromáticos que tienen sustituyentes, se nombran anteponiendo los nombres de los radicales a la palabra benceno.
Ejemplos:



Metilbenceno (tolueno) Etilbenceno.

Cuando hay dos sustituyentes, su posición relativa se indica mediante los números 1,2–, 1,3– y 1,4–, o mediante los prefijos **orto** (o–), **meta** (m–) y **para** (p–), respectivamente.
Ejemplos:

CH_3 $CH_2–CH_3$ CH_3 $CH_2–CH_3$ CH_3 $CH_2–CH_3$

1–etil–2–metilbenceno	1–etil–3–metilbenceno	1–etil–4–metilbenceno
orto–etilmetilbenceno	meta–etilmetilbenceno	para–etilmetilbenceno
o–etilmetilbenceno	m–etilmetilbenceno	p–etilmetilbenceno

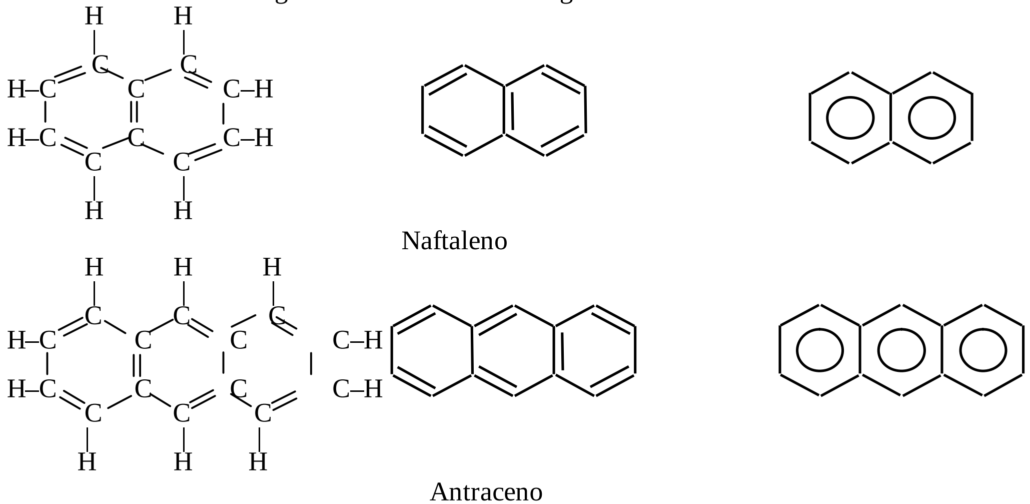
Si hay tres o más sustituyentes, se numera el hidrocarburo de tal manera que estos radicales reciban los localizadores más bajos en conjunto.
Ejemplos:

CH_3 $CH_2–CH_3$ CH_3 H_3C CH_3 CH_3 $CH_2–CH_3$ CH_3 $CH_2–CH_3$ $CH_2–CH_2–CH_3$

2–etil–1,4–dime–tilbenceno	1–etil–2,3,4–tri–metilbenceno	2–etil–1–metil–4–pro–pilbenceno

3.5.1–Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Existen muchos hidrocarburos policíclicos, que poseen anillos de benceno fusionados, es decir, con alguna de las aristas del hexágono comunes. Citemos algunos:



Naftaleno

Antraceno

```
          H     H
          |     |
          C ═══ C
   H     /       \      H
   |    /         \     |
   C ── C          C ── C
  //     \\      //      \\
H–C       C ──── C        C–H
   \     /        \      /
   C ═══ C         C ═══ C
   |     |         |     |
   H     H         H     H
```

Fenantreno

3.6–DERIVADOS HALOGENADOS DE LOS HIDROCARBUROS.

Son hidrocarburos que tienen en su molécula átomos de halógenos. Pueden suponerse derivados de los hidrocarburos, en los que se ha sustituido uno o más hidrógenos por átomos de halógeno.

Se nombran anteponiendo el nombre del halógeno (**fluor**, **cloro**, **bromo** o **iodo**) al nombre del hidrocarburo correspondiente. Las posiciones de los átomos de halogenos se indican por medio de localizadores.

Ejemplos:

$\overset{3}{C}H_3–\overset{2}{C}H_2–\overset{1}{C}H_2–Cl$	1–cloropropano o cloruro de propilo
$Cl–CH_2–CH_2–Cl$	1,2–dicloroetano
$CH_3–CH=CH–Cl$	1–cloro–1–propeno o cloruro de 1–propenilo
$Cl_3–CH$	triclorometano o cloroformo

Si existen dobles y triples enlaces, se numera la cadena de forma que a las insaturaciones les correspondan los localizadores más bajos.
Al nombrar los derivados halogenados de cadena ramificada, los halógenos se consideran como radicales y se citan en el lugar que les corresponde según el orden alfabético.

Ejemplos:

```
6     5    4    3    2    1
CH3 –CH=CH–CH–CH=CH2          3–cloro–1,4–hexadieno
            |
            Cl

                       Br
                       |
CH3 –CH2–CH–CH=CH–CH          1,1–dibromo–4–metil–2–hexeno
          |            |
          CH3          Br

CH3 –CH–CH–C≡CH               3,4–dicloro–1–pentino
      |   |
      Cl  Cl
```

4–COMPUESTOS OXIGENADOS.

Son compuestos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno. Según el grupo funcional los podemos clasificar en**: alcoholes (y fenoles), éteres, aldehidos, cetonas, ácidos y ésteres.**

El grupo funcional o función orgánica se define como átomo o grupo de átomos unidos de manera característica y que determinan, preferentemente, las propiedades del compuesto en el que están presentes.

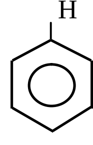
4.1–ALCOHOLES Y FENOLES.

Pueden considerarse derivados de los hidrocarburos al sustituir uno o más átomos de hidrógeno por el grupo funcional –OH (hidroxilo).

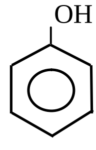
* Si el hidrocarburo es alifático, da lugar a los alcoholes. Ejemplo:

$CH_3 -CH_2-CH_3$ propano $CH_3 -CH_2-CH_2-OH$ propanol

* Si el hidrocarburo es aromático, se obtienen los fenoles. Ejemplo:



benceno



fenol

ALCOHOLES.

Su fórmula general es R–OH, siendo R– un radical derivado de algún hidrocarburo alifático (alquilo, alquenilo o alquinilo). Pueden existir alcoholes con varios grupos hidroxilo: son los polialcoholes.

4.1.1–Alcoholes con un solo grupo funcional.

Pueden ser primarios, secundarios o terciarios, según que el –OH esté unido a un carbono primario, secundario o terciario.

Los átomos de carbono se llaman: primarios, secundarios, terciarios o cuaternarios, según estén unidos, a uno, dos, tres o cuatro átomos de carbono. (No pueden existir, lógicamente, alcoholes cuaternarios).

Para nombrar los alcoholes se considera que se ha sustituido un átomo de hidrógeno de un hidrocarburo por un radical –OH. El alcohol así obtenido, se nombra poniendo la terminación **–ol** al hidrocarburo del que procede.

Si la función alcohol hay que considerarla sustituyente en una cadena principal, se usa el prefijo **hidroxi**– para designarla.

Ejemplo:

$CH_3 -CH_3$ etano $CH_3 -CH_2-OH$ etanol

Si el alcohol es secundario o terciario, se numera la cadena principal de tal modo que corresponda al carbono unido al radical –OH el localizador más bajo posible.

La función alcohol tiene preferencia al numerar sobre las insaturaciones y los radicales.

Ejemplos:

$CH_3 -CH_2-CH_2OH$ 1–propanol

$CH_3 -CH(OH)-CH_3$ 2–propanol

$\overset{4}{CH_3}–\overset{3}{CH_2}–\overset{2}{CH}(OH)–\overset{1}{CH_3}$ 2–butanol

$\overset{6}{CH_3}–\overset{5}{CH_2}–\overset{4}{CH}=\overset{3}{CH}–\overset{2}{CH_2}–\overset{1}{CH_2OH}$ 3–hexen–1–ol

$CH_3–CH_2–CH(CH_3)–CH_2–CH_2OH$ 3–metil–1–pentanol

4.1.2–Alcoholes con varios grupos funcionales o polialcoholes.

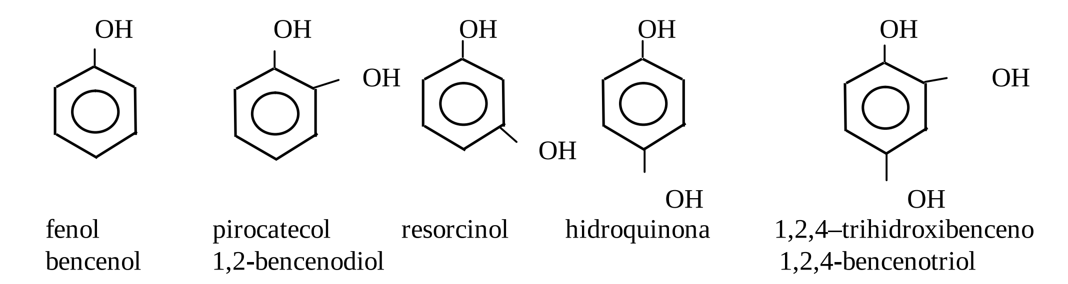
Para nombrarlos se colocan los sufijos **–diol**, –**triol**, –**tetraol**, etc., que indican el número de grupos –OH. En cuanto a la numeración de la cadena, se sigue el criterio indicado anteriormente.

Ejemplos:

$CH_2OH–CH_2OH$	etanodiol (o etilenglicol)
$CH_2OH–CHOH–CH_2OH$	propanotriol (o glicerina)
$HOCH_2–CH_2–CHOH–CH_3$	1,3–butanodiol
$CH_3–CH=C(CH_3)–CH(OH)–CH_2OH$	3–metil–3–penten–1,2–diol

FENOLES

Como dijimos, se obtienen al sustituir uno o varios hidrógenos del benceno por grupos –OH. Se nombran como los alcoholes, con la terminación –ol, aunque muchos tienen nombres vulgares. Si existen varios grupos OH, la numeración de los átomos de carbono del anillo aromático, se hace de forma que a los carbonos con grupos –OH les corresponda la numeración más baja. Al número de hidroxilos se hace referencia mediante los prefijos "**di**", "**tri**", etc.
Ejemplos:



fenol	pirocatecol	resorcinol	hidroquinona	1,2,4–trihidroxibenceno
bencenol	1,2-bencenodiol			1,2,4-bencenotriol

4.2–ETERES.

Son compuestos formados por un átomo de oxígeno unido a dos radicales procedentes de los hidrocarburos. Sus posibles fórmulas generales son:

R–O–R'   R–O–Ar   Ar–O–Ar'

siendo R y Ar radicales alquilo y arilo, respectivamente.

Ejemplos:

$CH_3–O–CH_2–CH_3$ C_6H_5–$O–CH_2–CH_3$

Los radicales R–O– se nombran sustituyendo –ano por –**oxi** en el alcano correspondiente (metoxi, etoxi, propoxi, butoxi,...). El radical correspondiente derivado del benceno, Ar–O–, se llama **fenoxi**.

Ejemplos:

O–

CH_3 –CH_2–O–

radical etoxi radical fenoxi

Existen dos formas de nombrar los éteres:

* Se nombran, en orden alfabético, los radicales unidos al oxígeno, y se termina con la palabra **éter**.

Ejemplo: CH_3 –O–CH_2–CH_3 etilmetiléter

* Se nombra el radical más sencillo (con la terminación –**oxi**), y a continuación, el nombre del hidrocarburo del que deriva el radical más complejo.

Ejemplo: CH_3 –O–CH_2–CH_3 metoxietano

Más ejemplos:

CH_3 –CH_2–O–CH_2–CH_3 dimetil éter etoxietano (éter sulfúrico)

CH_3 –O–C_6H_5 fenilmetiléter metoxibenceno

–O–CH_2–CH_3 etilfeniléter etoxibenceno

4.3–ALDEHIDOS Y CETONAS.

Los aldehidos y cetonas son compuestos que se caracterizan por tener el grupo –C=O, o grupo carbonilo, en el que hay un doble enlace entre el carbono y el oxígeno.

La deferencia entre ambos reside en:

* en los **aldehidos** el grupo carbonilo se encuentra al final de la cadena:

R–CO–H

* en las **cetonas** el grupo carbonilo no está en uno de los extremos:

R–CO–R'

4.3.1–ALDEHIDOS.

Pueden suponerse derivados de un hidrocarburo, en que se ha sustituido dos átomos de hidrógeno de un carbono terminal por un átomo de oxígeno.

Ejemplo:

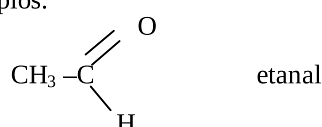
O

CH_3 –CH_2–C o bien CH_3 –CH_2–CHO

H

Los aldehidos se nombran cambiando la terminación del hidrocarburo del que derivan por la terminación –**al**. Si existen dos grupos carbonilo, –CO–, uno en cada extremo de la cadena, la terminación será –**dial**.

Ejemplos:



etanal

O O
C–CH_2–C propanodial
H H

O
CH_3 –CH_2–CH_2–C butanal
H

O
CH_2=CH–C propenal
H

El grupo carbonilo (–CO–) tiene preferencia sobre los radicales, insaturaciones y alcoholes, debiéndose empezar a numerar el compuesto por el extremo en que se encuentra dicho grupo carbonilo. Sólo cuando en los dos extremos haya grupo carbonilo se tienen en cuenta las posiciones de las instauraciones y de los sustituyentes para numerar la cadena.

Ejemplos:

CH_3
CH_3 –CH–CH=CH–CHO 4–metil–2–pentenal

CH≡C–CHO 2–propinal

— CH_2–CH_2–CHO 3–fenilpropanal

O O
1 2 3 4 5 6 7
C–C=CH–CH_2–CH–CH_2–C 2,5–dimetil–2–heptenodial
H CH_3 CH_3 H

OH O
CH_2OH–CH–C 2,3–dihidroxipropanal
H

En el caso de compuestos con tres o más grupos aldehidos o bien cuando el grupo aldehido está unido a un ciclo, se emplea otro sistema de nomenclatura, consistente en dar el nombre de "**carbaldehido**" a los grupos –CHO.

O
H

Bencenocarbaldehido

Hay algunos aldehidos con nombres vulgares muy usados:

$H{-}C(=O){-}H$ **formaldehido** o **formol**

$CH_3{-}C(=O){-}H$ **acetaldehido**

$C_6H_5{-}C(=O){-}H$ **benzaldehido**

Cuando en un compuesto hay funciones que tienen prioridad sobre la función aldehido, al grupo –CHO se le considera como sustituyente, y se le nombra con el prefijo "**formil**". También se aplica esto cuando el compuesto tiene más de dos grupos –CHO.

4.3.2–CETONAS.

Se pueden considerar derivados de los hidrocarburos, al sustituir dos H, de un carbono secundario, por un átomo de oxígeno.

Ejemplo:

$CH_3{-}C(=O){-}CH_3$ o bien $CH_3{-}CO{-}CH_3$

Existen dos formas de nombrar las cetonas:

*Haciendo terminar el nombre del hidrocarburo del que derivan en –**ona**, indicando, cuando sea necesario, la posición del grupo carbonilo, mediante números localizadores. Si hay varios grupos –CO- se emplean los prefijos "**diona**", "**triona**", etc.

Si el compuesto contiene instauraciones, cadenas laterales u otras funciones sobre las que la cetona tiene preferencia, hay que numerar la cadena principal de forma que corresponda al grupo o grupos carbonilo el número más bajo posible.

Ejemplos:

$CH_3{-}CH_2{-}C(=O){-}CH_3$ 2–butanona

$CH_3{-}CH_2{-}C(=O){-}CH_2{-}CH_3$ 3–pentanona

$CH_3{-}CO{-}CH_2{-}CO{-}CH_3$ 2,4–pentanodiona

* Nombrando, en orden alfabético, los dos radicales unidos al grupo carbonilo y terminando con la palabra **cetona**.

Ejemplos:

$CH_3{-}CH_2{-}C(=O){-}CH_3$ etilmetilcetona

$CH_3{-}C(=O){-}CH{=}CH_2$ etenilmetilcetona (vinilmetilcetona)

$C_6H_5{-}CO{-}CH(CH_3){-}CH_3$ fenilisopropilcetona (fenil (2–metiletil) cetona)

Cuando la función cetona no es la principal, porque hay otra u otras funciones con preferencia, el oxígeno del grupo carbonilo se considera sustituyente y se le nombra con el prefijo "**oxo**".

4.4–ACIDOS CARBOXILICOS.

Son compuestos orgánicos con propiedades ácidas, que se caracterizan por tener el grupo funcional carboxilo:

O
//
–C   o bien   –COOH   o bien $–CO_2H$
\
OH

Se nombran con el nombre genérico de **ácido** y cambiando la terminación del hidrocarburo correspondiente por la terminación **–oico**
Ejemplos:

H–C(=O)–OH   acido metanoico o fórmico

CH_3 –C(=O)–OH   ácido etanoico o acético

CH_3 –CH_2–COOH   ácido propanoico

C_6H_5– COOH   ácido benzoico

Hay ácidos que tienen dos grupos funcionales, uno en cada extremo de la cadena, y se llaman ácidos dicarboxílicos:

HO–C(=O)—C(=O)–OH
ácido etanodioico o a. **oxálico**

HO–C(=O)–CH_2–C(=O)–OH
ácido propanodioico o a. **malónico**

La función ácido prevalece en la nomenclatura sobre todas las estudiadas anteriormente; esto quiere decir, que si en un compuesto se encuentra la función ácido, las demás funciones se consideran como sustituyentes de la cadena principal que es la que contiene la función ácido. El carbono del grupo carboxilo se numera como carbono 1.
Ejemplos:

CH_3 –CH_2–CO–CH_2–C(=O)–OH   ácido 3–oxopentanoico

CH_2(OH)–CH_2–C(=O)–OH   ácido 3–hidroxipropanoico

CH_3 –CH=CH–CH(CH_2–CH_3)—C(=O)–OH   ácido 2–etil–3–pentenoico

Si hay dos grupos carboxilos, el sufijo empleado es "**dioico**" y para la numeración de la cadena principal se tienen en cuenta las instauraciones, o los sustituyentes.
Cuando un compuesto tiene más de dos grupos –COOH, los que no se encuentran en los carbonos terminales de la cadena más larga se consideran como sustituyentes y se les designa con el nombre "**carboxi**".
Cuando el –COOH va unido a un ciclo se emplea el sufijo "**carboxílico**"



-COOH ácido bencenocarboxílico

La IUPAC acepta los nombres vulgares de muchos acidos carboxílicos y dicarboxílicos, que son muy frecuentes en el lenguaje químico. Algunos ya los hemos citado. A continuación damos una lista:

Fórmula	Nombre sistemático	Nombre vulgar
H–COOH	ácido metanoico	ácido **fórmico**
CH_3 –COOH	ácido etanoico	ácido **acético**
CH_3 –CH_2–COOH	ácido propanoico	ácido **propiónico**
CH_3 –CH_2–CH_2–COOH	ácido butanoico	ácido **butírico**
CH_3 –$(CH_2)_3$–COOH	ácido pentanoico	ácido **valeriánico**
HCOO–COOH	ácido etanodioico	ácido **oxálico**
HOOC–CH_2–COOH	ácido propanodioico	ácido **malónico**
HCOO–CH_2–CH_2–COOH	ácido butanodioico	ácido **succínico**
HOOC–$(CH_2)_3$–COOH	ácido pentanodioico	ácido **glutárico**

4.5–ESTERES Y SALES DE LOS ACIDOS CARBOXILICOS.

Cuando un ácido carboxílico pierde el átomo de hidrógeno del grupo carboxilo, se obtiene un anión. Estos aniones se nombran cambiando la tereminación –ico de los ácidos por –**ato**, igual que se hace en la formulación inorgánica.

Ejemplo:

CH_3 –COOH — CH_3 –COO^-

ácido etanoico (acético) — anión **etanoato** (**acetato**)

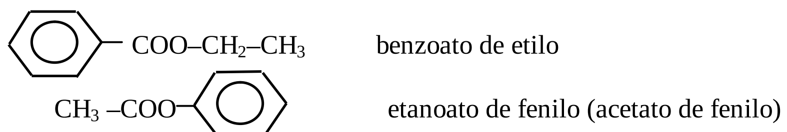
* Si se enlaza uno de estos aniones con un radical alquílico, se obtienen los ésteres.
Su nomenclatura es semejante a la de las sales inorgánicas (**—ato de —ilo**).

Ejemplos:

CH_3 –COO–CH_2–CH_3 etanoato de etilo (acetato de etilo)

H–COO–CH_2–CH_3 metanoato de etilo (formiato de etilo)

CH_3 –COO–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3 etanoato de butilo



COO–CH_2–CH_3 benzoato de etilo

CH_3 –COO– etanoato de fenilo (acetato de fenilo)

* Al unir un anión derivado de los ácidos carboxíilicos con un catión metálico, se obtienen las sales orgánicas.

Ejemplos:

CH_3 –COONa etanoato sódico o acetato sódico

CH_3 –CH_2–COOK propanoato potásico

La diferencia entre un éster y una sal reside principalmente en que el enlace oxígeno–metal (–O–Na) de una sal es iónico, mientras que el enlace oxígeno–radical alquílico (–O–CH_3) de un éster es covalente.

Obtención de un éster

Los ácidos carboxílicos reaccionan con los alcoholes formando ésteres y agua, según La reacción:

$$R-C(=O)OH \;+\; R'-OH \;\rightleftarrows\; R-C(=O)O-R' \;+\; H_2O$$

ácido alcohol éster agua

Este tipo de reacciones, llamadas de **esterificación** son reversibles. La reacción en sentido inverso, es decir, **la hidrólisis del éster**, permite recuperar el ácido y el alcohol.

La **hidrólisis ácida** de un éster, catalizada por un ácido fuerte, como el H_2S0_4 o el HCI, y calor, es la reacción inversa a la **esterificación**.

$$R-C(=O)O-R' \;+\; H-OH \;\xrightarrow{H^+/calor}\; R-C(=O)OH \;+\; R'-OH$$

éster agua ácido alcohol

Cuando la hidrólisis de un éster se realiza en presencia de una base fuerte (NaOH o KOH), se denomina **saponificación**. En este caso, se obtiene la sal del ácido carboxílico y un alcohol:

$$R-COO-R' + NaOH \xrightarrow{calor} R-COO^-Na^+ + R'-OH$$

éster base sal alcohol

Las grasas animales y los aceites vegetales son ésteres formados a partir de la glicenna (1,2,3-propanotriol) y ácidos carboxílicos de cadena larga, llamados ácidos grasos. Tales ésteres se denominan, en general, **triglicéridos**.

$$\begin{matrix} R-COOH \\ R'-COOH \\ R''-COOH \end{matrix} \;+\; \begin{matrix} HO-CH_2 \\ HO-CH \\ HO-CH_2 \end{matrix} \;\longrightarrow\; \begin{matrix} R-COO-CH_2 \\ R'-COO-CH \\ R''-COO-CH_2 \end{matrix} \;+ 3\,H_2O$$

3 ácidos grasos — glicerina (alcohol) — triglicérido (éster)

La sal de sodio o potasio formada en la reacción de saponificación es un **jabón**.

5–COMPUESTOS NITROGENADOS.

Son compuestos constituidos por carbono, hidrógeno y nitrógeno. Algunos de ellos tienen también oxígeno. Según el grupo funcional se pueden clasificar en: **aminas, amidas, nitrilos y nitroderivados.**

5.1–AMINAS.

Derivan del amoníaco (NH_3), al sustituir uno, dos o los tres átomos de hidrógeno por radicales orgánicos. Según se sustituya uno, dos o los tres hidrógenos, tendremos aminas primarias, secundarias o terciarias.

Amina primaria	amina secundaria	amina terciaria
$R–NH_2$	R–NH–R'	R–N(–R'')–R'

Para nombrar las aminas, cuando la función amina es la función principal, se nombram todos los radicales unidos al nitrógeno por orden alfabético, y se termina con las palabra **amina**.

Ejemplos:

$CH_3–NH_2$ metilamina

$CH_3–CH_2–NH_2$ etilamina

$CH_3–CH=CH–NH_2$ propenilamina

$CH_3–CH–CH_2–CH_3$ 1–metilpropilamina
|
NH_2

NH_2 fenilamina (o **anilina**)

$CH_3–NH–CH_3$ dimetilamina

$CH_3–N–CH_2–CH_2–CH_3$ dimetilpropilamina
|
CH_3

$CH_3–N–CH_2–CH_3$ etilfenilmetilamina
|
C_6H_5

Si son aminas secundarias o terciarias asimétricas se pueden nombrar como derivados N-sustituidos de la amina primaria de cadena más compleja.

$CH_3–N–CH_2–CH_2–CH_3$ N,N-dimetilpropilamina
|
CH_3

$CH_3–N–CH_2–CH_3$ N-etil,N-metilfenilamina
|
C_6H_5

Si existe más de un grupo funcional amina, se añade "**diamina**", "**triamina**", etc, al nombre del hidrocarburo correspondiente.

Si el grupo amino no forma parte de la cadena principal, se citan mediante prefijos tales como amino ($–NH_2$), metilamino ($–NH–CH_3$), aminometil ($–CH_2–NH_2$), etc. Se indica su posición mediante localizadores.

Ejemplos:

$NH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–NH_2$ 1,4–butanodiamina

$NH_2–CH_2–CH–CH_2–NH_2$ 2–aminometil–1,3–propanodiamina
|
$CH_2–NH_2$

O
//
$CH_3–CH–CH_2–C$ ácido 3–aminobutanoico
| \
NH_2 OH

CH_3
|
$CH_2–C—COOH$ ácido 2–amino–3–fenil–2–metilpropanoico
|
NH_2

5.2–AMIDAS.

Las amidas se pueden considerar compuestos derivados de los ácidos corboxílicos, al sustituir el grupo –OH por el grupo $–NH_2$.

R–C(=O)–NH_2 o bien $R–CONH_2$

Si la función amida es la función principal, las amidas se nombran sustituyendo la terminación –oico del ácido del que deriva, por **amida**.

Ejemplos:

H–C(=O)–NH_2 matanoamida

$CH_3–CH_2–CONH_2$ propanoamida

C_6H_5–C(=O)–NH_2 benzamida

$CH_2=CH–CH_2–CONH_2$ 3–propenamida

Si el grupo amida va unido a un ciclo se nombra como “**carboxamida**”

C_6H_5–$CONH_2$ bencenocarboxamida

Los radicales unidos al N van precedidos del localizador **N-** como un sustituyente más.

$CH_3–CH_2–CONHCH_3$ N-metilpropanamida

Cuando el grupo amida no es la función principal, se designa como sustituyente mediante el prefijo “**carbamoil**”.

Obtención de una amida

Las amidas no sustituidas se pueden obtener calentando un ácido carboxílico con amoníaco. Si en lugar de amoníaco se utiliza una amina primana o secundana, se obtiene una amida monosustituida o disustituida, respectivamente:

$$R-C(=O)-OH + H-N(R_1)-R_2 \longrightarrow R-C(=O)-N(R_1)-R_2 + H_2O$$

ácido carboxílico, amina secundaria, amida disustituida, agua

Un aminoácido es un compuesto que contiene un grupo carboxilo y un grupo amino. Dos aminoácidos se unen mediante un enlace peptídico cuando reaccionan el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del otro aminoácido, formando un grupo amido.

$$-N(H)-CH(R_1)-C(=O)-N(H)-CH(R_2)-C(=O)-$$

aminoácido 1 aminoácido 2

5.3–NITRILOS O CIANUROS.

Poseen el grupo funcional –C≡N o bien –CN. Pueden considerarse, por tanto, derivados de los hidrocarburos al sustituir tres hidrógenos de un carbono terminal por un átomo de nitrógeno.

Se nombran con la terminación **nitrilo** detrás del nombre del hidrocarburo de igual número de átomos de carbono.

También se pueden nombrar como **cianuros** de alquilo, considerándolos derivados del **ácido cianhídrico**, H–C≡N.

Ejemplos:

CH_3 –C≡N etanonitrilo o cianuro de metilo

CH_3 –CH_2–C≡N propanonitrilo o cianuro de etilo

CH_3 –CH–C≡N 2–metilpropanonitrilo o cianuro de isopropilo
|
CH_3

C_6H_5–C≡N benzonitrilo o cianuro de fenilo

CH_3 –CH_2–C≡C–CN 2–pentinonitrilo o cianuro de 1–butinilo

Cuando existen radicales aromáticos o cíclicos o en el caso de haber más de dos grupos –CN en la molécula, se designa el grupo –CN con el sufijo "**carbonitrilo**"

△ -CN ciclopropanocarbonitrilo

Cuando hay otras funciones con prioridad sobre el grupo nitrilo, éste se considera sustituyente y se nombra mediante el prefijo "**ciano**".

5.4–NITRODERIVADOS.

Son compuestos que se obtienen al sustituir uno o más hidrógenos de un hidrocarburo por grupos **nitro**, –NO_2. En la nomenclatura de estos compuestos, el grupo nitro –NO_2, nunca se considera como función principal; en todos sus compuestos es sustituyente. Se disigna mediante el prefijo –nitro.

Ejemplos:

CH_3 –NO_2 nitrometano

CH_3 –CH_2–NO_2 nitroetano

(benceno)– NO_2 nitrobenceno

CH_3
O_2N (benceno) NO_2
NO_2
2,4,6–trinitrotolueno (**T.N.T. o trilita**)

6–COMPUESTOS CON MÁS DE UNA FUNCIÓN.

Para formular o nombrar compuestos que tienen varias funciones orgánicas de las ya estudiadas, hay que seguir los pasos que se indican a continuación:

1º– Elegir la función principal siguiendo un orden de preferencia.
2º– Determinar la cadena principal que contiene la función principal. Los grupos funcionales secundarios se consideran como sustituyentes de la cadena principal y se nombran con el prefijo que se indica en la siguiente tabla de preferencia de las funciones orgánicas.
3º– Numerar el compuesto, escribiendo los localizadores si es necesario.
4º– Formular o nombrar el compuesto.

Para elegir la función principal hay que tener en cuenta la tabla que se da a continuación. Se elige como principal aquella función que vaya delante en la tabla.

Por ejemplo, dado que el –CO– va situado antes que el –OH, el compuesto $CH_2OH–CH_2–CO–CH_3$ debe llamarse 4–hidroxi–2–butanona, y no 3–oxo–1–butanol.

TABLA DE PREFERENCIA DE LAS FUNCIONES ORGANICAS

Fórmula	Función	Sufijo	Prefijo
R–COOH	Acidos	–oico	carboxi
R–COO–R'	esteres o sales	–oato	alcoxicarbonil
$R–CONH_2$	amidas	–amida	carbamoil
R–CHO	aldehidos	–al	formil
R–CO–R'	cetonas	–ona	oxo
R–CN	nitrilos	–nitrilo	ciano
$R–CH_2OH$	alcoholes	–ol	hidroxi
$R–NH_2$	aminas	–amina	amino, aza
R–O–R'	éteres	–oxi–	oxa
R–X	derivados halog.	–	fluor,cloro,bromo,etc.
$R–NO_2$	nitroderivados	–	nitro
R=R'	alquenos,	–eno(–enilo),	–
R≡R'	alquinos	–ino (–inilo)	–
R–R'	alcanos	–ano(–ilo)	–

La función ácido prevalece en la nomenclatura sobre todas las estudiadas anteriormente; esto quiere decir, que si en un compuesto se encuentra la función ácido, las demás funciones se consideran como sustituyentes de la cadena principal que es la que contiene la función ácido. El carbono del grupo carboxilo se numera como carbono 1.

CH_3 CH_2 CO CH_2 COOH   ácido 3 oxopentanoico

Grupo secundario
Se nombra como-oxo.

Grupo principal

CH_2 CH_2 C(=O) OH, con OH en el primer C   ácido 3 hidroxipropanoico

CH_3 –CH(–NH_2)–CH_2–COOH   ácido 3–aminobutanoico

C_6H_5–CH_2–C(CH_3)(NH_2)—COOH   ácido 2–amino–3–fenil–2–metilpropanoico

CH_3 –CHOH–COOH   ácido 2-hidroxipropanoico (ác. Láctico)

CH_3-CH(CHO) CH(NH_2) COOH   ácido 2 amino 3 formil butanoico

ISOMERÍA

Consiste en que dos o más compuestos tienen la misma fórmula molecular, pero diferente estructura molecular. En consecuencia poseen diferentes propiedades físicas y químicas. A estos compuestos se les denomina isómeros.

Tipos de isomería:

1.-**Isomería estructural**: Las moléculas que presentan este tipo de isomería se diferencian en la conectividad, es decir, tienen los mismos átomos conectados de forma diferente (distinta estructura). La isomería constitucional se clasifica en:

- Isomería de cadena u ordenación. Presentan isomería de cadena u ordenación aquellos compuestos que tienen distribuidos los átomos de C de la molécula de forma diferente.

$CH_3CH_2CH_2CH_3$ $CH_3CH(CH_3)CH_3$

- Isomería de posición. La presentan aquellos compuestos que teniendo las mismas funciones químicas están enlazadas a átomos de carbono que tienen localizadores diferentes.

.

CH_3— CH_2— CH_2— CO — CH_3 CH_3— CH_2— CO — CH_2— CH_3

Isomería de función. La presentan aquellos compuestos que tienen distinta

- Isomería de función. La presentan aquellos compuestos que tienen distinta función química.

$CH_3-CH_2-CH_2OH$ $\qquad$ $CH_3-CH_2-O-CH_3$

2.- **Isomería en el espacio o estereoisomería**:

- Estereoisomería geométrica. La presentan los compuestos que se diferencian únicamente en la disposición de sus átomos en el espacio.Moléculas con fórmulas moleculares idénticas pueden presentar estructuras espaciales diferentes. Estas moléculas pueden ser CIS o TRANS

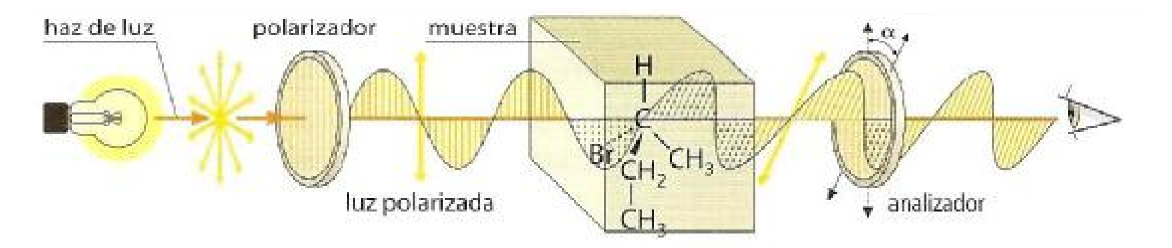
El doble enlace C=C no permite el giro cuyo eje sea dicho enlace. Supongamos un doble enlace C=C, disustituido, siendo ambos sustituyentes idénticos. Si los dos sustituyentes están del mismo lado el compuesto es CIS. Si están en distinto lado es TRANS.

RCH=CHR

Cis: (R)(H)C=C(R)(H)

Trans: (H)(R)C=C(R)(H)

- Estereoisomería óptica. Las moléculas que presentan este tipo de isomería se diferencian únicamente en el efecto que tienen sobre la luz. Cuando sobre las mismas incide luz polarizada, éstas desvían en plano de dicha luz en uno u otro sentido. Recibe el nombre de molécula quiral aquella que no se puede superponer con su imagen especular.

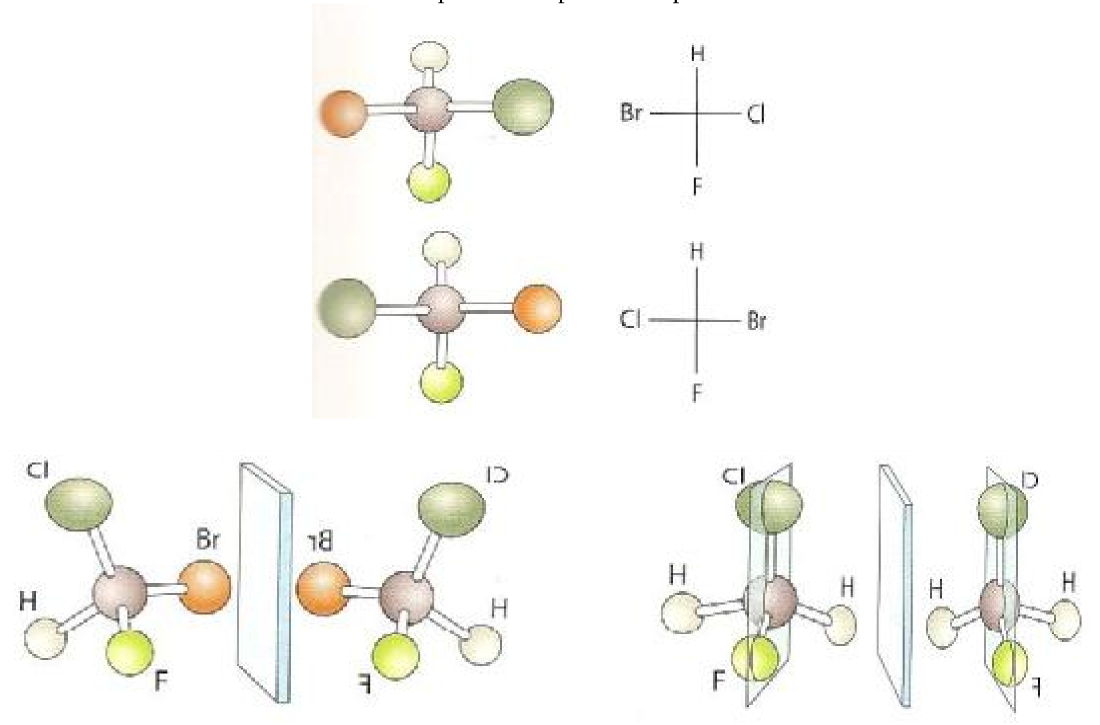


Toda molécula no quiral recibe el nombre de aquiral. Si una molécula posee un plano de simetría es aquiral. Una molécula quiral puede presentar, almenos, dos configuraciones diferentes, una imagen especular de la otra, que constituyen una pareja de enantiómeros.

(d)-2-butanol	(l)-2-butanol
CH_3 arriba; OH izquierda, H derecha; C_2H_5 abajo	CH_3 arriba; H izquierda, OH derecha; C_2H_5 abajo
(d)-2-butanol (+)-2-butanol	(l)-2-butanol (-)-2-butanol
(R)-2-butanol	(S)-2-butanol

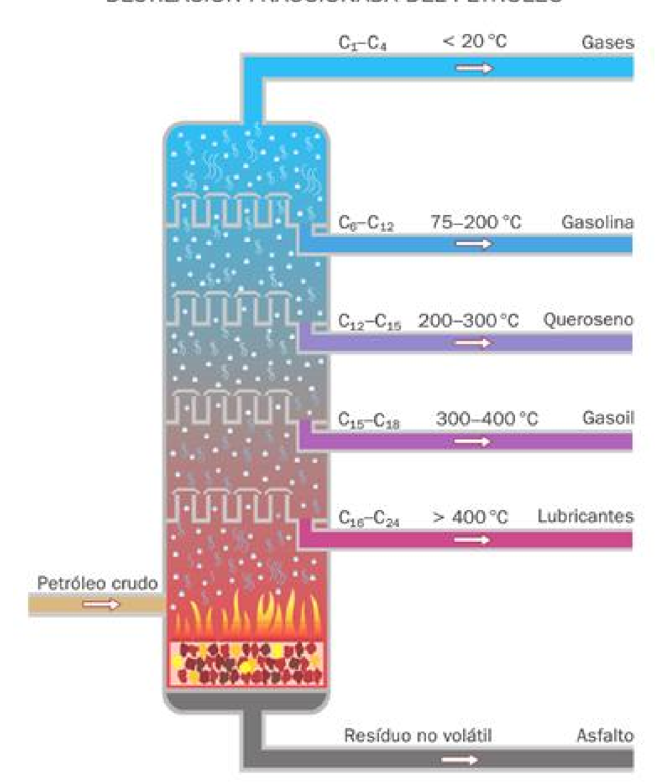
En general, una molécula con n carbonos asimétricos hace posibles 2^n estereoisómeros.

Uno de ellos gira el plano de polarización de la luz hacia la derecha (dextrógiro) y se identifica con la letra R; el otro gira el plano de polarización de la luz hacia la izquierda (levógiro) y se identifica con la letra S.
Se denomina mezcla racémica a aquella que contiene un par de enantiómeros en una proporción del 50% de cada uno. La desviación de la luz polarizada producida por dicha mezcla es nula.



EL PETRÓLEO COMO FUENTE NATURAL DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

El petróleo es una mezcla muy compleja de hidrocarburos, entre los que destacan, por su abundancia, los alcanos. El petróleo crudo llega a las refinerías para su refinamiento. El pnmer paso consiste en separarlo en diferentes fracciones por medio de la **destilación fraccionada.**



En primer lugar el petróleo se calienta en un horno hasta unos 400 °C. de modo que la mayoría de sus componentes pasan al estado de vapor. A continuación pasa a la columna de destilación o torre de fraccionamiento, por la que ascienden los gases.

La separación se basa en las diferencias entre los puntos de ebullición de los distintos componentes. Las moléculas más pequeñas, con el punto de ebullición más bajo, son las pnmeras en evaporarse, desplazándose hacia la parte superior de la columna.

Las diferentes salidas indican los nombres de las fracciones que se obtienen y el rango de sus puntos de ebullición. Las fracciones con puntos de ebullición más altos contienen las moléculas más grandes.

FRACCIONES OBTENIDAS EN LA DESTILACIÓN DEL PETRÓLEO

Fracción	Rango de ebullición (°C)	N.° de C de sus componentes	Usos
Gas natural	< 20	C_1 a C_4	Combustible. Materia prima para plásticos.
Éter de petróleo	30-60	C_5 a C_6	Disolvente.
Ligroína	60-90	C_7 a C_8	Disolvente.
Gasolina	75-200	C_6 a C_{12}	Combustible para vehículos. Disolvente industrial.
Queroseno	200-300	C_{12} a C_{15}	Combustible para aviones y centrales térmicas. Materia prima para el craqueo.
Gasoil	300-400	C_{15} a C_{18}	Combustible para motores diésel e industria.
Aceites lubricantes y parafina	> 400	C_{16} a C_{24}	Lubricantes. Velas.
Asfalto y coque de petróleo	Residuo no volátil	C_{26} y superiores	Asfaltado de carreteras.

La gasolina

Las fracciones obtenidas en la destilación del petróleo son una mezcla de varios hidrocarburos. Por ejemplo, la gasolina es una mezcla de hidrocarburos volátiles que contiene, además de alcanos, cantidades variables de hidrocarburos aromáticos.
La demanda de las fracciones ligeras del petróleo, utilizadas para fabncar gasolina, es muy superior a la de las fracciones más pesadas. Sin embargo, estas últimas son las más abundantes en el petróleo bruto. Por ello, los químicos han encontrado procesos alternativos que permiten obtener mayor rendimiento del petróleo bruto y mejorar el comportamiento de la gasolina en motores de explosión.

El proceso del craqueo

El craqueo catalítico permite aumentar la producción de fracciones ligeras, más voláliles, aprovechando el exceso de otras fracciones más pesadas, menos volátiles.
En el proceso del craqueo, las moléculas de los alcanos se rompen en dos o más fragmentos, uno de ellos insaturado. A diferencia de la deslilación, el craqueo es un proceso químico que entraña la ruptura de fuertes enlaces covalentes entre átomos de carbono. Esto requiere altas temperaturas y un catalizador.

$$CH_3 - (CH_2)_8 - CH_3 \rightarrow CH_3 - (CH_2)_6 - CH_3 + CH_2 = CH_2$$

decano ($C_{10}H_{22}$) — octano (C_8H_{18}) — eteno (C_2H_4)

Además de aumentar la producción de alcanos volátiles, el craqueo produce alquenos sencillos cuya demanda es también muy grande. Concretamente, durante el craqueo del petróleo se producen enormes cantidades de eteno, la matena pflma más importante de la industna química orgánica.

El reformado catalítico

Este proceso convierte los alcanos en compuestos aromáticos, tales como el benceno, tolueno (metilbenceno) y xileno (dimelbenceno), que mejoran el comportamiento de la gasolina en los motores de explosión. Los alcanos son catalíticamente reformados haciendo pasar el vapor calentado del hidrocarburo por un lecho de alúmina ($Al_2 0_3$) que contiene platino y rodio. El hidrógeno formado como subproducto puede utilizarse en otros procesos de la refinería.

Alqullaclón

Durante la alquilación se convierten alcanos y alquenos de baja masa molecular (C3 y C4) en alcanos mayores de cadena ramificada, adecuados para su uso en gasolinas. Como catalizadores tipicos en este proceso se utilizan el HF y el H_2S0_4

$$CH_3-C(CH_3)=CH_2 + CH_3-CH(CH_3)-CH_3 \xrightarrow{HF \text{ o } H_2SO_4} CH_3-CH(CH_3)-CH_2-C(CH_3)_2-CH_3$$

metilpropeno — metilpropano — 2,2,4-trimetilpentano

REPERCUSIONES AMBIENTALES DEL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES

La utilización de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) plantea dos problemas fundamentales. Primero, la formación de nuevos combustibles fósiles no puede igualar la velocidad a la que se están consumiendo los recursos existentes en la actualidad. Los combustibles fósiles son esencialmente fuentes de energía no renovables. El segundo problema son los efectos medloamblentales que ocasiona el uso de estos combustibles.

La lluvia ácida

Las impurezas de azufre que contienen los combustibles fósiles dan lugar a óxidos de azufre, SO_2, y las altas temperaturas de los procesos de combustión hacen que el N_2 y el 0_2 del aire reaccionen para formar óxidos de nitrógeno, NO y NO_2.
Los óxidos de azufre y nitrógeno se liberan a la atmósfera donde acaban convirtiéndose en dos compuestos muy corrosivos: ácido sulfúrico (H_2S0_4) y ácido nítrico (HNO_3), respectivamente. Después, estos ácidos, disueflos en el agua de la atmósfera o en los cristales de hielo, forman la lluvia ácIda y regresan a la Tierra como precipitación. En la superficie de la Tierra esta lluvia ácida puede dañar las plantas y la vida animal, y favorece la erosión de edicios y monumentos de mármol.

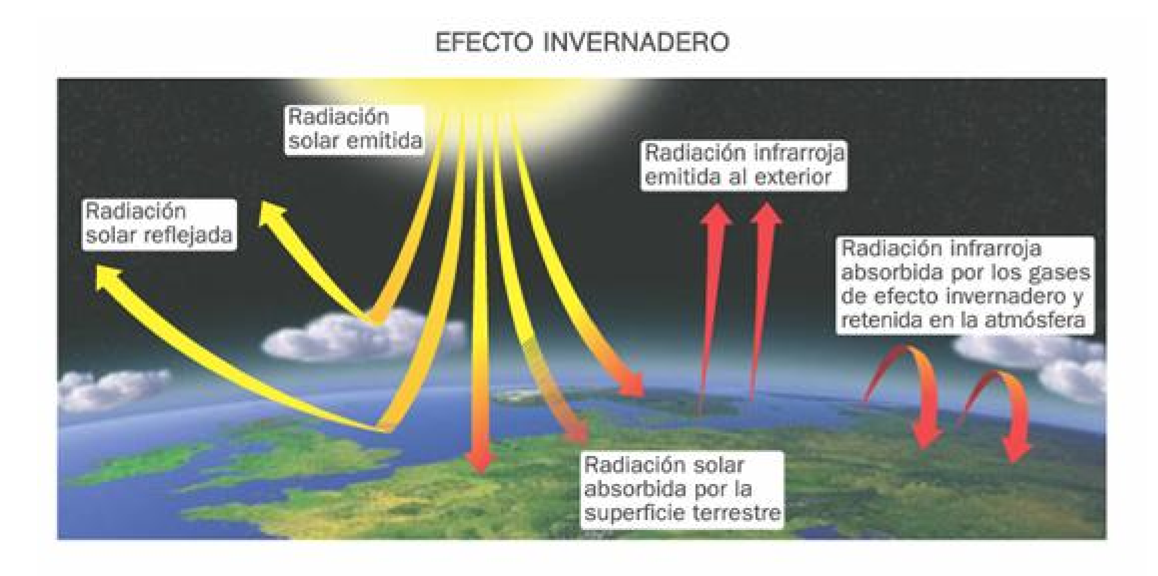


Niebla fotoquímica

En las áreas urbanas contaminadas por óxidos de nitrógeno (producidos durante la quema de combustibles), se forma ozono según las reacciones:
NO_2 (g) + luz solar — NO (g) + 0 (g)
El átomo de oxígeno (O) es tan inestable que se une inmediatamente a una molécula de oxígeno (0_2). formando ozono (0_3):
0(g) + 0_2(g) —0_3(g)
El ozono que resulta de este proceso es un peligroso contaminante del aire, ya que es un gas muy tóxico.
Además, el ozono reacciona con los hidrocarburos no quemados y los procedentes de la evaporación de la gasolina, formando una mezcla compleja de diferentes compuestos orgánicos irritantes conocida corno niebla fotoquímica (o esmog).
Aunque el ozono es indeseable en el aire que respiramos, su presencia en la estratosfera (capa de ozono) nos protege de la radiación ultravioleta del sol, ya que absorbe dicha radiación impidiendo que llegue a la superficie terrestre.

El efecto Invernadero

Otro producto inevitable de la quema de los combustibles fósiles es el dióxido de carbono, CO_2, uno de los causantes del efecto invernadero.
La radiación solar penetra en la atmósfera y calienta la superficie de la Tierra, la cual emite radiación infrarroja de mayor longitud de onda. Parte de esta radiación infrarroja es absorbida por el CO_2, y otros gases responsables del efecto invernadero, y luego es emitida de vuelta hacia la Tierra . Cuanto mayor es la concentración de los gases de efecto invernadero, más radiación infrarroja es devuelta hacia la Tierra y mayor es su temperatura.



Los principales gases que incrementan el efecto invernadero son, además del CO_2, el metano (CH_4), el óxido de dinitrógeno (N_20), los clorofluorocarbonos (CFC) y, fundamentalmente, el vapor de agua (H_2O).

Aproximadamente desde 1960, la concentración de CO_2 en la atmósfera ha aumentado de forma drástica debido, fundamentalmente, al uso de combustibles fósiles.
Las variaciones estacionales anuales se deben, por un lado, a la absorción de CO_2 producida por el crecimiento de plantas en verano y, por otro, a su devolución a la atmósfera en invierno, cuando las plantas decaen.
La reforestación podría ser una forma de mitigar parte del problema, pues los árboles absorben gran parte del CO_2 emitido.